６．流量計

環境庁告示では自動的に特定排出水の量を計測する機器として、流量計、流速計及び積　算体積計が示されているが、これらの主な違いは次のとおりである。

①流量計

排水路を流れる排水の流量(㎥／s)を計測し、これを自動的に積算して全通過水量(㎥／d)を求め、その計測結果を自動的に記録する。

②流速計

排水路を流れる排水の流速(ｍ／s)を計測し、これに流れの断面積を乗じて流量(㎥／s)を求め、さらにこれを自動的に積算して全通過水量(㎥／d)を求めて、その計測結果を自動的に記録する。

③積算体積計

排水路を流れる排水の全通過水量(㎥／d)を計測し、その計測結果を自動的に記録する。

このように計測の段階については違いがあるものの、最終的には水量を求めようとするものであり、流量の演算や水量の積算機能をどの段階で行うのか、という違いであるという見方もできる。

従って、流量計、流速計、積算体積計という区分は異なっても、同一種類の計測原理に基づくものであれば、計測しようとする特定排出水の流れに対する機器の適用性等につ　いては基本的に大きな違いはない。

6.1 せき式排水流量計・フリューム式排水流量計（三角せき、四角せき、全幅せき、パーシャルフリューム、パーマ・ボーラスフリューム等）

6.1.1 原理

水路の途中に、一定の形状と寸法をもつせき板や絞り部を設けて下流側水位に影響されない流れを作ると、流量と上流側水位との間に一定の関係が成り立つので、この水位を測定することにより流量を求める。水位-流量関係式は、せきやフリュームの種類により次のとおりである。

①せき式

三角せき　$Q=K\cdot h^{5/2}\cdot 1/60$

四角せき　$Q=K\cdot b\cdot h^{3/2}\cdot 1/60$

全幅せき　$Q=K\cdot B\cdot h^{3/2}\cdot 1/60$

Q：流量（㎥／s）

K：水路幅、切欠き幅、切欠き下縁までの高さにより決まる定数

h：せき水頭（せき板の切欠き下縁からの越流水深、ただし全幅せきの場合は上縁からの越流水深）(ｍ)

b：四角せき板の切欠き幅（ｍ)

B：水路幅（m）

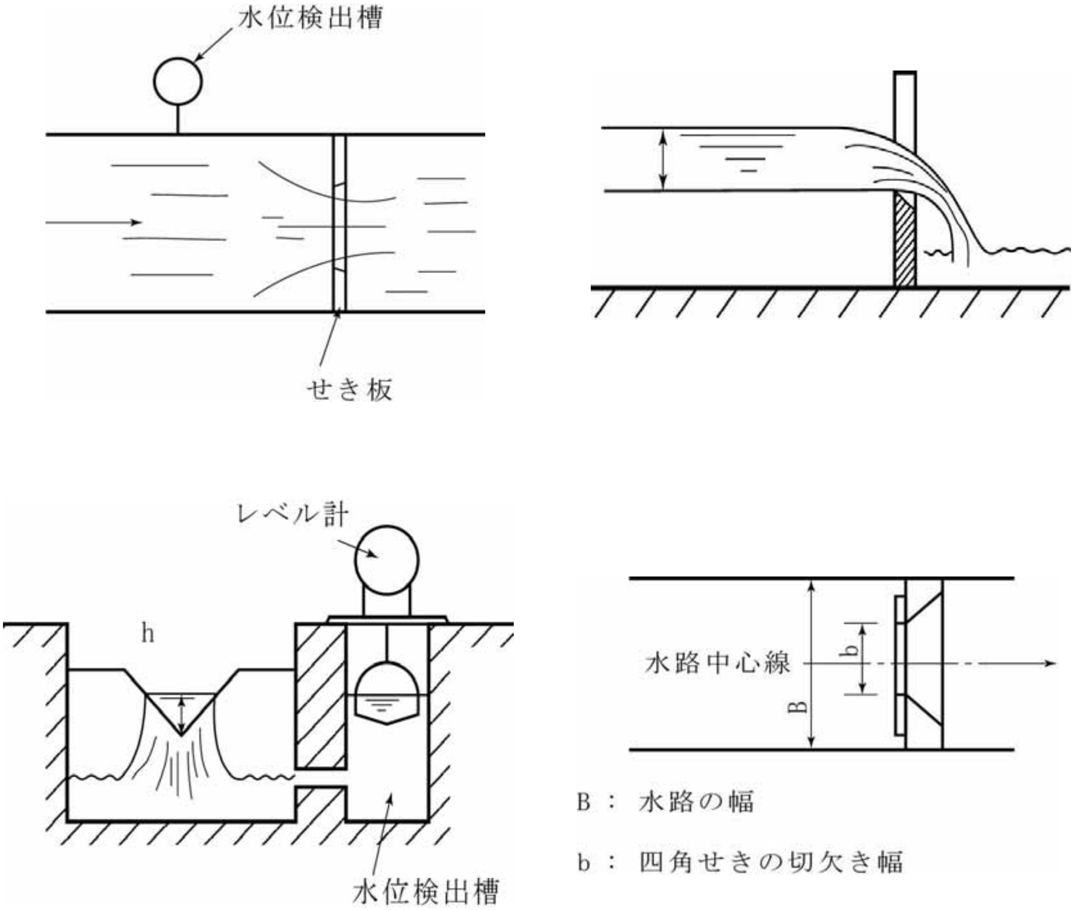


図6-1　せき

②フリューム式

$Q=K \cdot h_a^m$

Q：流量（m^3／h）

h_a：フリュームの上流側水深（m）

K、m：フリュームの形状、サイズ、スロート幅等により決まる定数

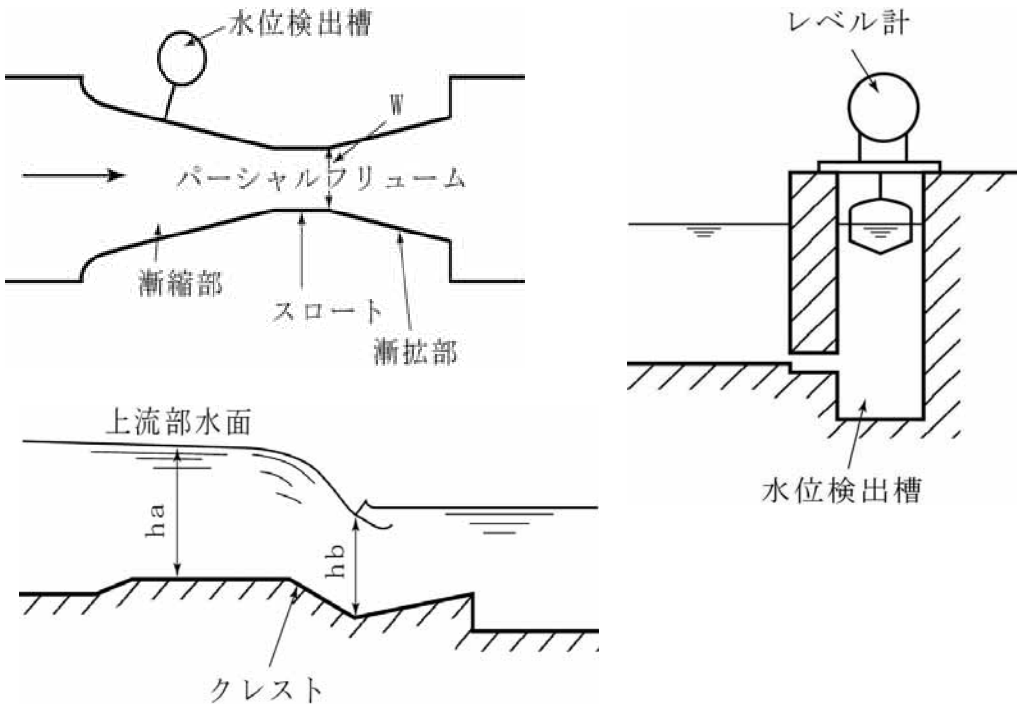


図 6-2　パーシャルフリューム

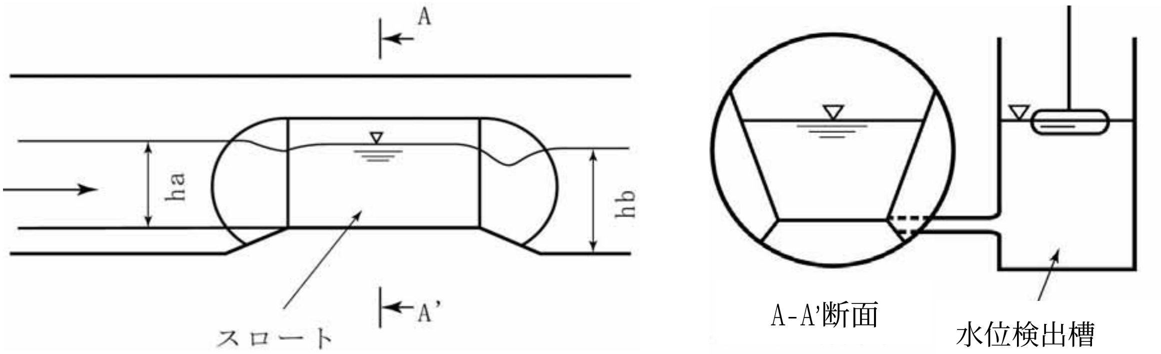


図 6-3　パーマ・ボーラスフリューム

6.1.2 構成

①流入水路、流出水路（せき式及びパーシャルフリューム式は方形、パーマ・ボーラス式は円形又はU字形）

②せき板又はフリューム

③水位検出槽、導水管（不要の場合もある）

④整流装置（不要の場合もある）

⑤レベル計（水位検出器、発信器）
⑥変換器（演算器、伝送器）
⑦指示器（現場型、遠隔型）
流量計、記録計、積算計等

} 一体的に構成される場合もある。

6.1.3 設置上の注意

(1) 水路

①せき式又はパーシャルフリューム式は方形、パーマ・ボーラスフリュー ム式は円形又はＵ字形で、それぞれ所定の幅、 深さ等があること。

②流入経路は、流れの方向と流速が均一になるよう、所定の長さにわたって一様な幅(径)の直線とすること。直線水路の内壁は平滑に仕上げ、せき式及びパーシャルフリューム式の場合は側壁を鉛直に設置する。

なお、直線水路の寸法は次によることが望ましく、場合によっては整流装置の採用を検討する必要がある。

a)せき式……長さ 10B 以上、幅 B。ただし、整流装置を設置したときの長さは次のとおり（整流装置部分の長さ 2h を含む)。

三角せき　　(B+4h）以上

四角せき　　(B+5h）以上

全幅せき　　(B+7h）以上

b)パーシャルフリューム式……長さ 10･W 以上、幅フリューム入口以上。

c)パーマ・ボーラスフリューム式……長さ 5･W～10･W 以上、幅フリューム口径と同一。

③下流側の条件（水路の勾配や曲り、ゲート・合流等の存在、潮の干満等）によって、水位の上昇や逆流を生じる恐れがないこと。

④降雨等を含む流量の急激な増加にも考慮して、漏水、変形、損傷を生じないよう注意すること。

(2) せき板又はフリューム

①流れの中心面に対して対称で、流れ方向に対して直角に設置する。

a)せき式……水路の中心線とせき板の垂直二等分線が一致し、せき板の上流側内面が鉛直で、流れに対して直角であること。

b)パーシャルフリューム式……水路の中心線とフリュームの長手方向軸が一致し、側面が鉛直、漸縮部底面及びクレストが水平であること。

c)パーマ・ボーラスフリューム式……スロートの底面が、流れと直角方向は水平で、流れ方向は流入水路の勾配に等しいこと。なお、管路とフリュームの口径が同一で流入部の管底が一致していることが望ましい。

②下流側の水位が上流側に影響しないよう、せき板の上縁やフリュームのクレストの設置高さに注意すること。

a)せき式……せき板の下流側水面が、せき零点(切欠き下縁)より 150㎜ 以上低いことが望ましい。全幅せきの場合は、上流側側壁を下流側へ最大水頭(hmax)以上延長し、越流水の内側が負圧にならないよう側壁に通気孔を設ける必要がある。

b)フリューム式……下流側水位(hb)が、フリュームの種類に応じ、上流側水位(ha)の 50～85%以下で、かつ流量がゼロのとき下流側水面がクレストより低いことが必要である。

③せき板、仕切壁、支え板及び水路の接合部、フリューム入口と水路との接合部は、堅固で、滑らかで、かつ漏水がないこと。

(3) 水位検出槽、導水管（必要な場合）

①水位検出槽は、レベル計の種類・測定範囲に対応した形状と寸法をもち、十分な静水面が得られ、腐食、変形、漏水等が生じないよう、材質、構造を配慮する。

②導水管は、水位検出槽の水位がせき又はフリュームの水位に正しく追従するよう、できるだけ短く、直線的に、水平又は水位検出槽側を低く配管する。また、腐食、変形、漏水が生じないよう注意する。

③付着物、沈でん物等の清掃、レベル計の作動チェック等が容易に行えるよう、水位検出槽の底部及び導水管にバルブを設け、洗浄用の水道配管を付設しておくことが望ましい。

(4) レベル計(水位検出器)、変換器、指示器等

①水位検出器(発信器)は、水位の変化に正しく追従するよう、レベル計の種類に応じて定められた位置に固定する。特に、ゼロ点の設置及び水位の変化(測定範囲)への対応に注意する。

②温度、湿度、直射日光、風雨、振動、塵芥、腐食性・爆発性雰囲気等、周囲環境を配慮し、必要な場合は対策を施す。

③電源を用いるものは、電圧、周波数、配線の種類と方法、ノイズ混入の防止、絶縁、防爆等に注意する。

(5) その他

①保守・点検が容易に行えるよう、各構成機器の設置位置、周囲スペース等を考慮する。とくに、水路、せき板、フリューム、水位検出槽及び水位検出端の清掃、レベル計の作動点検等の方法を予め検討しておくとよい。

②水路、フリューム、水位検出槽は、土圧や流水によって変形、損傷されないよう、土木工事に注意する。

6.1.4 日常点検

(1) 水路、せき板、フリューム、水位検出槽、導水管

①破損、変形、漏水の点検、修理。

②底面や側壁の土砂、ごみ、SS 等の堆積、付着の点検、除去。

③逆流、もぐり流等の有無の点検。

a)流入経路に脈流や波立ち等がないこと。

b)せき板の越流水に、せき板や側壁への付着等の乱れがなく、下流側水位が規定以上に上昇してないこと。

c)フリュームの下流側に挑ね水がなく、水位が規定以上に上昇していないこと。

(2) レベル計(水位検出器)、変換器、指示器等

①取り付け位置、取り付け状態（傾き、固定ねじのゆるみ等）の点検。

②水位検出端（フロート、プローブ、触針等）の破損、変形の点検、ごみ、SS 等の堆積・付着の点検、除去。

③外箱の破損、変形、腐食、防水状態の点検。

④電気式計器の配線・接地線の腐食、切断、端子のゆるみ、絶縁状態、シールの点検。

⑤作動状態の点検。流量指示計、記録計、積算計それぞれの指示値相互の比較。実測水位又は水位相当入力による計算流量と指示値又は出力との比較(ゼロ点、スパン等)

⑥記録紙、インク等の補給、必要個所への注油。

6.1.5 動作異常の原因と対策

表 6-1　動作異常の原因と対策

異　　常	原　　　　因	対　　　　策
流量指示値が変化しない	電気系統 未通電、ヒューズ溶断、接地不要、誤配線、絶縁不良等	取扱説明書等により、点検、補修
	レベル計 検出端取り付け位置の不良、異物の付着、機械的伝達機構（ワイヤ、プーリ、歯車等）の異常等	取扱説明書等により、点検、補修 補修によるゼロ点の移動に注意
	水路、水位検出槽、導水管 ごみ、SS 付着・堆積、漏水等	点検、清掃
流量指示が水位の変化に追従しない、誤差が大きい	電気系統 電源電圧の異常、配線・結線の不良、接地・絶縁の不良、ノイズの混入等	取扱説明書等により点検、補修
	レベル計 検出端取り付け位置・固定状態の不良、異物の付着、機械的伝達機構（ワイヤ、プーリ、歯車等）の異常、ゼロ点の誤設定、スパン調整の不良等	取扱説明書等により点検、補修 補修によるゼロ点の移動に注意
	水路、水位検出槽、導水管 ごみ、SS 等の付着・堆積、逆流等による水位の上昇	ごみ、SS 等の清掃、逆流等の防止
記録計、積算計の異常 記録しない、積算しない、指示計、記録計、積算計相互の値が合わない	電気系統 電源電圧の異常、配線・結線・接地・絶縁等の不良、ノイズの混入	取扱説明書等により点検、補修
	記録紙、インク 取り付け不良、所定のものでない、残量不足	取扱説明書等により点検、補修、交換、補給
	記録ペン、モータ 時計機構等の異常	取扱説明書等により点検、補修、交換、補給

6.1.6 参照規格

JIS K 0094　工業用水・工場排水の試料採取方法

JIS B 8302　ポンプ吐出量測定方法

JIS B 7553　パーシャルフリューム式流量計

6.2 流速水位式排水流量計

6.2.1 原理

自由表面をもつ流れの水路に適用する流量計である。流量Qは流速Vと水流断面積Aの積で求めることができるが、断面形状がわかっている水路では、水位hを測定すれば水流断面積は求められるので、その断面における平均流速を同時に測定し、演算することにより流量を知ることができる。平均流速の位置は水位によって変わるが、点流速Vpと平均流速の関係は実験により求められるので、測定した水位に応じて補正演算されるようになっている。

$$Q = A \cdot V = K \cdot h \cdot V_p$$

Q：流量（m^3／s）　A：流水断面積（m^2）　V：平均流速（m／s）

h：測定水位（m）　Vp：測定流速（m／s）

K：断面形状及び水位による係数

水位と流速の検出には各種のレベル計、流速計を利用することができるが、超音波式レベル計と超音波式流速計又は静電容量式レベル計と渦式流速計を組み合わせたものが多く用いられている。

渦式流速計と超音波式流速計については、6.8項、6.9項も参照のこと。

6.2.2 構成

表6-2　構成

超音波レベル計と超音波流速計	静電容量式レベル計と渦式流速計
①水位検出部	①流量検出部
検出端（送受波器）結合箱	水位検出端
②流速検出部	流速検出端
検出端（送受波器）端子箱	発信器
③変換器・演算器（指示計付）	②変換器・演算器（指示計付）
④積算計	③積算計
⑤記録計	④記録計
	⑤検出端パージ用配管

6.2.3 設置上の注意

(1) 水位・流速検出端

①上流側に10～20･D以上(Dは管径又は水路幅)、下流側に5･D以上の直線水路を設置することが望ましい。場合によっては整流装置を検討すること。

②直線水路の内面に凸凹や段差がなく、偏流、旋流、脈流、逆流が生じたり、土砂等が沈でん、堆積する恐れがないこと。

③流速検出端が水面に露出することがないよう、水位の変化に配慮すること。

④水位検出端は、水位の変化に正しく追随するよう、ゼロ点、流量範囲、測定スパンに注意し、確実に固定すること。

(2) 変換器・演算器・指示器等

①温度、湿度、直射日光、風雨、振動、塵芥、腐食性、爆発性雰囲気等周囲環境に配慮し、必要な場合は対策を施す。

②電圧、周波数、配線の種類と方法、ノイズ混入の防止、絶縁、防爆等に注意する。

(3) その他

①保守・点検が容易に行えるよう、各構成機器の設置位置、周囲スペース等を考慮する。

②各構成機器とくに検出端が取り付け工事等によって損傷されないように注意し、保護カバー等は測定開始時まで取り外さないこと。

6.2.4 日常点検

①検出部の位置、固定状態の点検。

②検出端へのごみ、SS等の付着物の除去。

検出端が変形、損傷したり、取り付け位置が変わると誤差や測定不能の原因となるので、点検にあたっては注意が必要である。

③直線水路の沈殿物、堆積物、流れの障害物の除去。

変換器、演算器、指示器等の内部浸水、結露の点検、除去。

6.2.5 参照規格

JIS K 0094　工業用水・工場排水の試料採取方法

6.3 電磁式排水流量計

6.3.1 原理

導電性のある流体の流れに対して垂直な方向に磁界をかけると、流れの方向と磁界の方向の両者に直角な方向に起電力が生ずる。この起電力は次式で示され、管内を通過する平均流速に比例する。

E=B･d･V

E：起電力（V）　B：磁速密度（T）　d：内径（m）　V：平均流速（m／s）

この起電力を、流体及び磁界の方向に垂直となるよう磁界内の管壁に対向して設けた一対の電極により検出し、管径、磁束密度を演算して流量を求める。

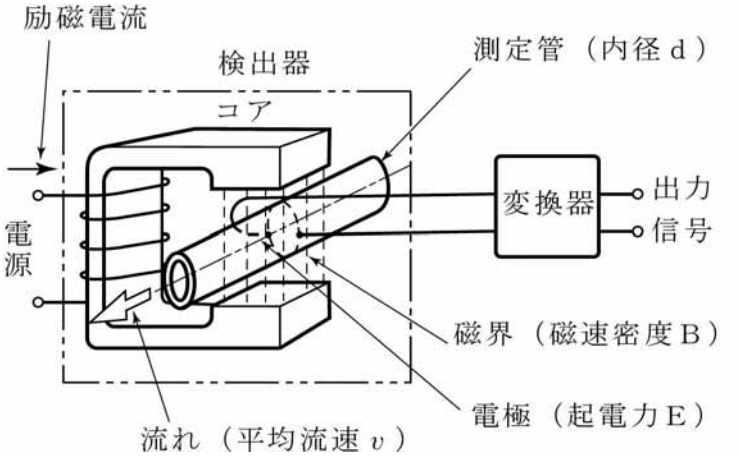


図 6-4　電磁流量計の測定原理

満水管路用の流量計であるが、開水路に適用できるよう、水路中に設けたせき板に検出器を取り付けて、流れの全て(ダミーを併用する場合は等分流量)が検出器を通過するようにした潜水電磁式もある。

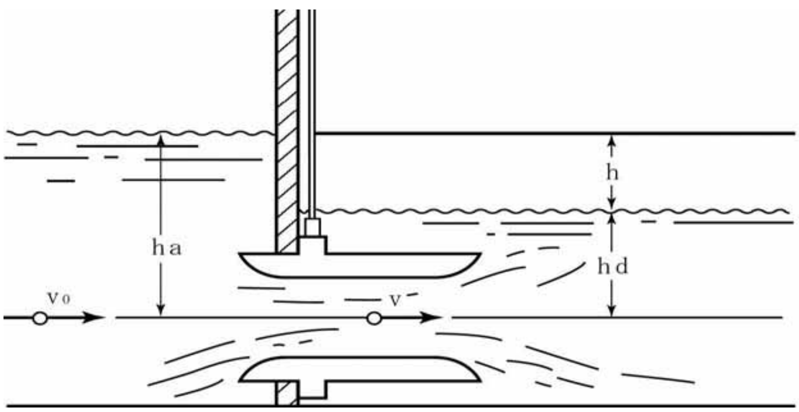


図 6-5　潜水電磁式

6.3.2 構成

①上流側直管

②検出器（測定管）

③変換器

④受信器（指示計・記録計・積算計）

6.3.3 設置上の注意

(1) 検出器（測定管）

①検出器内が常に流体で充満し、かつ負圧にならないよう、取り付け位置及び配管方法に注意する。

②流体の導電率の分布が均一で、相の分離や脈動が生じる恐れがなく、振動の少ない位置に取り付ける。

③異物の沈でん、異物によるライニングの磨耗、気泡や異物の電極面への付着が生じないよう、取り付け姿勢を考慮する。

④上流側に曲がりやバルブ・継手類があるときは、検出器との間に5～10･D以上の直管部が必要である。

⑤ゼロ点の確認・調整のため、配管にバルブを設ける等、流体が検出器内に充満し、かつ静止できるよう考慮する。

⑥検出器内部の点検・清掃が容易に行えるよう、バイパスを設けることが望ましい。

⑦気泡や異物が大量に混入する恐れがある場合は、その除去を考慮する必要がある。

⑧検出器を測定流体と同電位に保つため、満水管路用の場合は、流体と電気的に接している隣接管又は接液リングと検出器とを接続する。隣接管又は接液リングは接地することが望ましい。

⑨配管との接続部(潜水式はせき板や水路との接続部)から漏水しないよう注意する。

(2) その他

①各機器は、誘導電流が生じる恐れのある場所、測定に障害を与える恐れのある電気機器の近く、腐食性の強い雰囲気、湿度の高い場所、直射日光や風雨を受ける場所等を避けて設置する。

②電源や各機器の電気的接続は、所定の定格、ケーブル、方法により行い、必要個所の接地・絶縁を確認する。

③各機器の周囲には、保守がし易いよう十分なスペースを配慮する。

6.3.4 日常点検

①検出器接続部の漏水、破損の点検。

②指示・記録・積算値相互の比較。

③ゼロ点及び最大目盛値出力の確認。

a)ゼロ点……流れを停め、検出器内を満水状態にしたときの指示値、記録値又は変換器出力を調べる。

b)最大目盛値……変換器に最大目盛値相当の模擬信号を入力し、指示値、記録値又は出力を調べる。

④各機器間の配線、必要箇所の接地線等の導通・絶縁・シール状態の点検。

⑤各機器端子部の気密、防水状態の点検。(カバーを開け、内部の浸水、結露、腐食を点検。清掃、補修後、カバーは確実にしめること。)

⑥各機器外箱の腐食、塗装の点検。

⑦記録計の紙送り、ペンの動き等の点検、記録紙・インクの補充。

6.3.5 動作異常の原因と対策

表 6-3　動作異常の原因と対策

異常	原因	対策
動作しない	電源OFF、断線、接続端子の外れ	ヒューズ溶断の場合は原因を調べ、修理後通電する
	誤配線	取扱説明書にしたがって正規配線になおす
指針が逆振れする	誤配線	取扱説明書にしたがって正規配線になおす
	逆流	流れを正規に戻す
	検出器の逆向据付	検出器の流れ方向表示に合致して流れるように据付なおす
指示が安定しない	検出器内が非満水	満水状態をつくる
	雑音	付近の強電気器からの誘導障害が多い 強電気器の電源をON～OFFして影響を調べ、接地配線の経路変更を行う
	接地不完全	流体の接地、検出器及び変換器の接地端子の接地を確実に行う
	気泡の混入	気泡が混入しないようにする 気泡の混入しない場所に移す フラッシングの起こらないようにする
	スケールの付着	常用流量を基準値以上に確保するなど、付着防止対策を施す スケールを取り除く 特に電極付近のスケールを丁寧に除去する
	検出器入口にごみなど、流れの障害物がある 電極に油分、ビニールなど絶縁物が付着している（潜水電磁式の場合）	流れの障害物や電極の付着物を除去し、防止対策を施す
誤差が大きい	スケールの付着	常用流量を基準値以上に確保する スケールを取り除く 特に電極付近のスケールを丁寧に除去する
	ゼロ点調整不良	取扱説明書にしたがって調整する
	雑音	付近の強電気器からの誘導障害が多い 強電気器の電源をON～OFFして影響を調べ、接地配線の経路変更を行う
	気泡の混入	気泡が混入しないようにする 気泡の混入しない場所に移す フラッシングの起こらないようにする

6.3.6 参照規格

JIS B 7554 電磁流量計

6.4 差圧式排水流量計（オリフィス、ベンチュリー管）

6.4.1 原理

管路の流れの中に絞り（抵抗）を設けると、その前後に流量の 2 乗に比例した圧力の差を生じる。その圧力差を測定することにより流量を求めるもので、差圧-流量の実用公式は次のとおり。

$$Q = \alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\gamma}}$$

Q：体積流量（m³／s）　α：流量係数　⊿P：差圧（Pa）
d：絞りの直径（m）　γ：流体の密度（kg／m³）

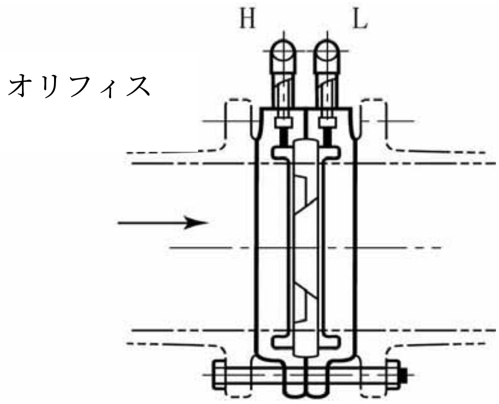


図 6-6　オリフィス

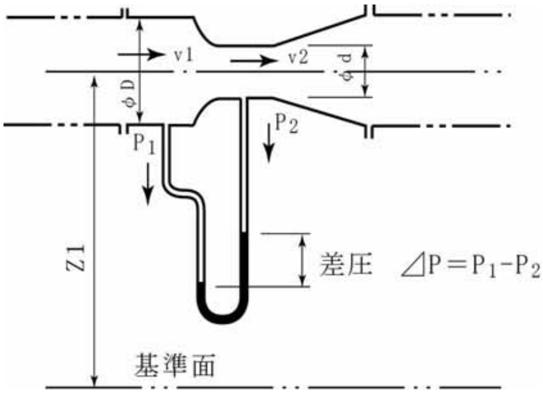


図 6-7　ベンチュリー管

6.4.2 構成

①上流側直管路、下流側直管路
②オリフィス又はベンチュリー管
③差圧伝送器(変換器)
④受信器(指示計、記録計、積算計)

なお、開水路の途中に設けた仕切壁に絞り機構を取り付け、排水がしぼり機構を満水状態で流れるようにしたもぐりオリフィス、もぐりベンチュリーもある。

6.4.3 設置上の注意

①しぼり機構前後に、管路の状況に応じて所定の長さの直管部が必要である。
②しぼり機構は、必ず水の流れ方向に合わせて、正しく管の中心に取り付ける。
③両フランジに挿入されるパッキンは、管の内側にはみ出さないように取り付ける。
④しぼり機構と伝送器までの導圧管は、伝送器に向かって上り勾配とし、導圧管内には空気が溜まらないように配管する。また、導圧管はできるだけ短くすること。

⑤導圧管の接続部は漏水のないよう配管すること。
⑥流体が管内を充満し、かつ、しぼり機構による圧力損失があっても支障のない十分な圧力をもって流れていること。
⑦流体中に気泡等が浮遊していないこと。
⑧流れが定常流とみなせること。
⑨最大差圧を決定する際、管内圧や差圧伝送器の設置レベル等を考慮して負圧にならないように注意する。
⑩機器の取り扱いにあたり保守しやすいよう十分なスペースをとること。
⑪差圧伝送器や受信器は水没しない場所に取り付けること。
⑫機器の配線には十分注意し誤配線のないようにすること。

6.4.4 日常点検

①導圧系の漏水、破損の点検。
②導圧系のつまり及び空気の混入の点検、ドレン抜き、エアー抜き。
③ゼロ点の確認、調整。
④差圧-電流出力の確認、調整。
⑤指示計、記録計、積算計の点検、補修。
電源、配線、結線、接地、絶縁、ノイズ混入の点検、補修。
記録紙、インク、ペンの補充、交換。
記録紙送り機構、積算機構の点検(記録紙が動いている、積算している、指示・記録・積算の値が相互に合っている)。

6.4.5 参照規格

JIS Z 8762　絞り機構による流量測定方法

6.5 面積式排水流量計

6.5.1 原理

鉛直なテーパ管内に自由に上下するフロートを設け、下方から上方へ流体を導き入れると流れはフロートにより絞られ、その前後に差圧を発生する。フロートはこの差圧による上向きの力を受けて上昇し、有効重量と平衡する位置で静止する。

このとき流量は、流通面積すなわちフロートの位置と一定の関係にあるので、その位置を検出して流量を求める。

流通面積と流量との関係式は、基本的には次の式で表される。

$$Q=C\cdot A\cdot\sqrt{\frac{2\cdot g\cdot Vf\cdot(\rho f-\rho}{Af\cdot\rho o}}$$

ここに Q：流体の体積流量（m^3／s）　C：流出係数　A：流通面積（m^2）
Af：フロートの最大径部断面積（m^2）　Vf：可動部の体積（m^3）
g：重力の加速度（m／s^2）　ρf：可動部の等価密度（kg／m^3）
ρo：測定状態における流体の密度（kg／m^3）

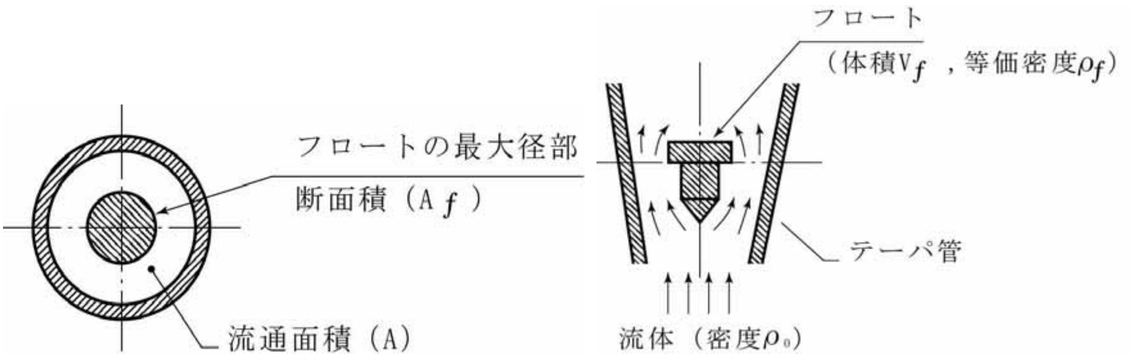


図 6-8　面積式流量計

6.5.2 構成

一般に排水流量計としては、テーパ管内のフロートさおに封入されたマグネットとケース内の指針に取り付けられたマグネットが互いに追従することにより、流量を指示する間接指示計が用いられる。

流量計本体に流量指示計と積算計が組み込まれた現場型と出力信号(DC4～20mA 又は 0.2～1.0kgf／cm^2)を発信する伝送型がある。後者は流量計本体のほか、ディストリビュータ、指示計、記録計、積算計等で構成される。

6.5.3 設置上の注意

①振動の少ないところに、鉛直に取り付ける。

②流入側・流出側とも直管部は口径の 2〜3 倍でよい。

③保守・点検に必要な空間を設ける。(あらかじめバイパス管を設け、保守・点検が容易に行えるようにすることが望ましい。)

④流量計が重い場合は、配管がたわまないように配管を支持する。

⑤脈流の生じる恐れがある場合には、ダンパ、サージタンク等を配管系に取り付ける。伝送型では、磁気追従装置内にシリコンオイル等を注入する。

⑥必要に応じ、流入側にストレーナを取り付け、また流量計の内部を洗浄する必要がある場合には洗浄管を設ける。

⑦測定に際し、流量計への急激な衝撃を避けるためバルブの開閉は徐々に行う。

6.5.4 日常点検

①テーパ管内及びフロートへのごみ、SS 等の付着物の点検・除去。

②動作状態(ヒステリシス、再現性)の点検。

指針を手で動かしたとき、目盛の 0〜100%間をスムーズに移動し、元の位置に戻るかどうか。可能なら流量を変動させ、指針の動きを点検する。伝送型では指示値に対応した出力を調べ、また模擬入力等を与えて出力を測定するとよい。指針が零に戻らない場合は流量計を分解し、内部点検を行うこと。(指示にヒステリシスが生じたときは、固形物のつまりが生じたと考えられるので、動作原理上、簡単な内部点検の確認方法である。)

③冬期に排水が停止する場合は、凍結を防止するために流体を抜き取るか、保温を行う必要がある。

6.5.5 動作異常の原因と対策

表 6-4　動作異常の原因と対策

異　　常	原　　因	対　　策
指示計の作動不良 流れがあるのに指示しない 流れがないのにゼロを指示しない	テーパ管、フロート、磁気追従装置の汚れ、付着つまり	分解、洗浄
	フロートさお、磁気追従装置の曲がり、損傷	点検、矯正、交換
指示誤差	フロート、フロートさお、磁気追従装置の磨耗、損傷、リンク機構の不良	点検、交換
伝送出力の異常 出力信号が出ない 指示値と合わない	電源電圧･空気源圧力の異常、配線、配管の異常 リンク機構の不良	点検、調整、交換

6.5.6 参照規格

JIS B 7551 フロート形面積流量計

6.6 超音波式排水流量計

6.6.1 原理

流体中を伝搬する超音波の速度又は周波数が、流体の流速によって変化すること利用した流量計で、伝搬速度差法(シングアラウンド法、時間差法)とドプラー法とがある。

伝搬速度差法は、管路の上流・下流に送受波器を取りつけ、交互に超音波パルスを発射して、順方向・逆方向のそれぞれの繰り返し周波数(シングアラウンド周波数)の差(f_1- f_2)、あるいは伝搬時間の差(t_2- t_1)により流速を測定する。

ドプラー法は、流体中に発射した超音波の送信周波数 f_1 と浮遊物によって反射した受信周波数 f_2 との間に、ドプラー効果による偏移が生じるので、この差(f_2- f_1)を検出して流速を求める。

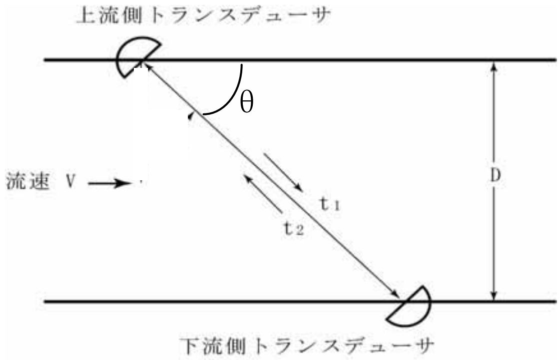


図 6-9　伝搬速度差法の原理

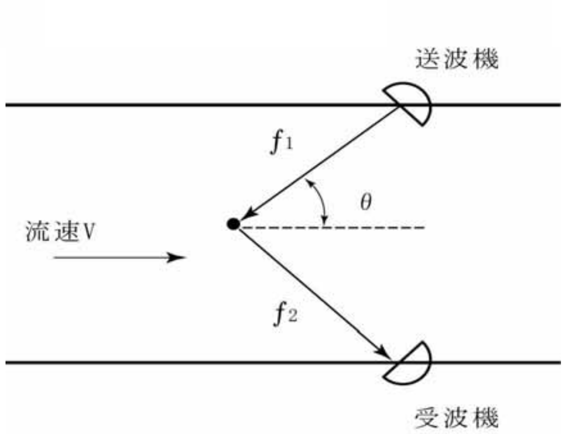


図 6-10　ドップラー法の原理

(1) シングアラウンド法

$$V=\frac{D}{\sin 2\theta}\cdot(f_1-f_2)$$

V：流速（m／s）　　D：管径（m）

θ：流速と送受信検出器のなす角度（rad）

f_1：順方向の周波数（Hz）　　f_2：逆方向の周波数（Hz）

(2) 時間差法

$$V=\frac{C^2}{2\cdot D\cdot \cot\theta}\cdot(t_2-t$$

C：液体中の音速（m／s）

t_1：順方向の伝搬時間（s）　　t_2：逆方向の伝搬時間（s）

(3) ドプラー法

$$V=\frac{C^2}{2\cdot\cos\theta\cdot f_1}\cdot(f_2-f_1)$$

θ：超音波の入射角、反射角（rad）

f_1：送信周波数（Hz）　　f_2：受信周波数（Hz）

6.6.2 構成

①検出器（送・受波器）

②結合箱

③変換器　　一体的に構成される場合もある。（②～④）

④指示器

6.6.3 設置上の注意

満水管路用としての注意を記すが、流速水位式排水流量計のエレメントとして用いられる場合も、これに準じて設置することが望ましい。

①上流側に 10･D、下流側に 5･D 程度以上の直管部があること。

②上流側 30･D 程度以内に流れを乱す要素(ポンプ、弁)がないこと。

③配管内は常に流体が充満しており、気泡を含まないこと。

④取り付け配管の周囲に、保守点検に必要なスペースがあること。

⑤パイプの外面がライニングされている場合は、検出器の取り付け面付近のライニングを除去し、サンドペーパ等で凹凸をなくすこと。なお、取り付け間隔等、メーカの指示に注意すること。

⑥電源や配線の種類・方法、ノイズ混入の防止等に注意すること。

6.6.4 日常点検

排水に接する部分や可動部がないので、とくに保守は必要とせず、動作状態が正常であることを確認すればよい。通常、動作状態の表示ランプやチェック機構が備えられているので、取扱説明書を参照すること。

6.6.5 動作異常の原因と対策

表 6-5　動作異常の原因と対策

異　　　常	原　　　因	対　　　策
指示の振り切れ	電源の異常（ヒューズ切れ等） 配線の断線、ハードの故障	点検、補修
指示のハンチング 指示値のホールド	流体中への気泡や異物の混入	配管、プラントの点検、補修 　ポンプの位置、運転状況 　バルブの位置、開度 　プラントの運転状況
	電気系統へのノイズの混入 回路の異常	回路の点検、調整 通常、気泡等の混入で超音波が伝搬しなくなったり、受信波に異常が生じたときは、異常値除去回路や指示のホールドが働くようになっているので、これらの不良も考えられる
指示値の誤差	管路断面積の変化 　誤配管、スケール等の付着 　流速分布の乱れ、非満水の流れ、直管長の不足、ポンプ・バルブの影響、土砂・ごみ等のつまり 電気系統の異常 　電源電圧、配線、結線、接地、絶縁、ノイズ等 ハードの故障	配管、プラントの点検、補修